

Посилання на статтю

Коваль В.С. Проектна архітектура інформаційного порталу дистанційного навчання засобами семантичного вебу / В.С. Коваль, Т.В. Лендюк, С.П. Ріппа. // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2011. – № 3(39). – С. 128-136. – Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/39/11kvszsv.pdf>

УДК 004:37.0

В.С. Коваль, Т.В. Лендюк, С.П. Ріппа

ПРОЕКТНА АРХІТЕКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОРТАЛУ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ЗАСОБАМИ СЕМАНТИЧНОГО ВЕБУ

Розглянуто теоретичні засади проектної архітектури інформаційного порталу системи дистанційного навчання з використанням технологій семантичного Вебу. Також розглядається форматування та візуалізація навчальних матеріалів засобами XSLT та XSLT-Fo в процесах проектування структури та змісту навчального матеріалу в електронному вигляді. Рис. 5, табл. 1, дж. 16.

Ключові слова: інформаційний портал, система дистанційного навчання, технології семантичного Вебу, навчальний матеріал, XSLT та XSLT-Fo перетворення.

В.С. Коваль, Т.В. Лендюк, С.П. Ріппа

ПРОЕКТНАЯ АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СРЕДСТВАМИ СЕМАНТИЧЕСКОГО ВЕБА

Рассмотрены теоретические основы проектной архитектуры информационного портала системы дистанционного обучения с использованием технологий семантического Веба. Также рассматривается форматирование и визуализация учебных материалов средствами XSLT и XSLT-Fo в процессах проектирования структуры и содержания учебного материала в электронном виде. Рис. 5, табл. 1, ист. 16.

Koval V.S., Lendyuk T.V., Rippa S.P.

THE INFORMATION PORTAL PROJECT ARCHITECTURES OF E-LEARNING SYSTEM BY MEANS OF SEMANTIC WEB

This paper deals with the theoretical basics of distance learning system information portal project architectures using Semantic Web technologies. There are also considered educational materials formatting and rendering by means of XSLT and XSL-FO in processes of creation of the structure and contents of educational material in electronic form.

Стан проблеми і постановка завдань дослідження. Збільшення об'єму професійних знань і швидкість розвитку інформаційних технологій породжує велику кількість мережових освітніх засобів [1]. Багато навчальних закладів займаються розробкою мережових освітніх засобів, зокрема, Інтернет

орієнтованих дистанційних курсів. Основною перешкодою в процесі їх проектування є недостатня стандартизація веб-базованих систем дистанційного навчання, відсутність методик адаптації до міжнародних стандартів у сфері навчальних інформаційних систем [2].

Широкої популярності набувають інформаційні портали систем дистанційного навчання (СДН), котрі включають в себе [3]: нормативно-довідкову інформацію; централізовано зібрану інформацію; внутрішню та імпортовану інформацію; законодавче забезпечення дистанційного навчання; посилання на вільно доступні підручники.

При наповненні інформаційного порталу, на ефективне використання його сервісів спричиняють вплив [3]: проектування архітектури таксономії; надання фактичної інформації про стан навчання; репрезентативність інформації, що надається по запиту.

Зручність роботи користувача порталу залежить від відповідності таксономічного рубрикатора папок порталу поточному стану і документообігу в СДН [3]. Проте ця технологія незручна при відстеженні оперативної інформації (наприклад, записів про результативність навчального процесу, записів про виявлення помилок тощо), оскільки багато документів і записів можуть одночасно відповідати різним класам папок [4].

У [5] підкреслюється значення навчального Веб-порталу як порталу знань. Навчальний сайт використовується всіма його користувачами для створення знань та обміну ними. Актуальність проектної архітектури порталу СДН спричинена тим, що слухачам надається зручний доступ до навчального контенту, а викладачі мають інструмент для проектування і завантаження цього контенту та моніторингу слухачів, реалізовано різні види спілкування слухачів та викладачів. Зразком платформи СДН з семантичною орієнтацією можуть слугувати такі сайти як <http://feo.nusta.com.ua> та <http://ndcpo.nusta.com.ua>.

Основна **мета** цього **дослідження** полягає у тому, що запровадження семантичної веб-технології може виявляти семантику освітніх ресурсів, ефективніше шукати відповідні навчальні фрагменти та іншу інформацію з використанням явної семантичної інформації. Крім того, семантичні навчальні портали можуть видавати навчальний матеріал персоналізовано, тобто адаптуватись під знання користувача [6]. Тому постає завдання знайти інструмент для вирішення перерахованих вище проблем.

Викладення основного матеріалу. На сьогоднішній день найдоцільнішим підходом щодо розвитку СДН є використання технологій Semantic Web, тому що вони забезпечують наявність для будь-якої інформації розміщеної в мережі точного змісту, пов'язаного з цією інформацією, який не можна було б переплутати навіть у разі збігу фраз або слів, що зустрічаються в різних контекстах. Фактично це означає, що інформація зв'язується з деяким невіддільним від неї контекстом і передбачає семантичне Web-серверне зберігання і видачу інформації користувачеві на базі онтології [7].

Семантичний веб робить веб-сторінки зрозумілішими для машин, тому їх можуть читати люди, а також інтелектуальні агенти. На рис. 1 показано фрагмент оформлення джерела із списку літератури до даної статті в нотації HTML та XML. З позиції користувачів Інтернет між форматами HTML та XML нема різниці, оскільки на екрані вони відображаються однаково. Але програмні агенти із тексту у форматі XML можуть зрозуміти, що подано інформацію про публікацію, а за тегами XML вони можуть відшукати необхідні дані: авторів, видавництво чи публікації за конкретний період.

<head>

```
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=UTF-8"/>
</head>
```

Vladan Devedzic.

Semantic Web and Education, Volume 12 of Integrated series in Information Systems.

Springer, 2006. - 353 p.

(a)

```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<BOOK>
  <AUTHOR> Vladan Devedzic. </AUTHOR>
  <TITLE> Semantic Web and Education. </TITLE>
  <VOLUME> <|>Volume 12 of Integrated series in Information Systems.</|>
</VOLUME>
  <PUBLISHER> Springer, </PUBLISHER>
  <YEAR> 2006 </YEAR>
  <PAGES> - 353 p. </PAGES></BOOK>
```

(b)

Рис. 1. а) фрагмент HTML файлу, б) цей же фрагмент в XML файлі

Програмні агенти також можуть шукати веб-документи та обробляти їх. Semantic Web покращує контекст веб-базованих навчальних систем і підвищує якість навчання, а також може забезпечувати персоналізований навчальний матеріал для студентів, збір даних, пов'язаних із взаємодією між студентами і веб-середовищем, запропонувати послуги відповідно до потреб студентів, або надавати рекомендації [2].

Освітній семантичний веб має три фундаментальні особливості. Перша – потенціал для ефективного зберігання та пошуку інформації. Друга – здатність автономних програмних агентів розширювати можливості навчання, пошуку інформації та обчислювальні здатності людей. Третя – це здатність Інтернету для підтримки і розширення комунікаційних можливостей людей різними способами. Прихильники семантичного вебу передбачають його використання для проектування нових навчальних програм майже в усіх дисциплінах [8].

Семантичні навчальні портали забезпечують навчальне співтовариство:

- онтологіями, щоб учасники могли представляти інформацію та новини в узгодженому порядку;

- розширеним пошуком і навігаційними можливостями, на основі класифікації інформаційних елементів і зв'язків між ними;

- семантичними описами навчальних ресурсів, доступними на порталі;

- персоналізацією навчального досвіду, отриманого з аналізу моделей слухачів;

- можливостями ефективної співпраці між користувачами порталу (між слухачами, між слухачами і викладачами).

Найкращим варіантом СДН для використання в навчальному порталі є Moodle (Modular Object-oriented Dynamic Learning Environment) модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище. Це – потужна безкоштовна локалізована система. Одночасно вона є відкритою, тобто кожен бажаючий може змінити її під свої вимоги [9].

Отже, Moodle має ряд особливостей, істотних, перш за все, для освітніх установ. Головною з них є вільне розповсюдження – безкоштовне завантаження, використання і оновлення, немає обмежень на кількість ліцензій, Moodle легко встановлюється і працює в будь-якій операційній системі з підтримкою PHP. Також важливим є відкритість програмного коду – можна вносити корективи, розширяти функції Moodle новоствореними програмними модулями. При цьому, незважаючи на безкоштовність і простоту використання, Moodle реалізує

практично всі основні функції сучасної СДН, або англійською Learning Management System (LMS).

Значний вплив на зростання популярності Moodle спричинив вибір цієї системи як основи LMS з боку Відкритого Університету Великобританії, одного з перших світових вузів, котрий веде всі курси лише дистанційно. Moodle підтримує більше 40 мов. В [10] перераховані безкоштовні платформи для організації електронного навчання, що порівнюються за 34 параметрами, згрупованим в 8 блоків: 1) інструменти управління учбовим курсом, 2) можливості адміністрування, 3) технічні аспекти, 4) можливості адаптації, 5) зручність використання платформи, 6) управління даними користувача, 7) об'єкти навчання і 8) засоби спілкування. Результати порівняння наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати порівняння безкоштовних СДН

Платформа	Загальний бал
Moodle	77
ILIAS	64
Dokeos	60
Atutor	55
LON-CAPA	54
Sakai	50
OpenUSS	49
Spaghettilearning	49
dotLRN	43

При розробці онтології Web-порталу початковою для організації роботи з семантикою інформації порталу є розробка класифікаційних схем діяльності СДН. Проектна архітектура онтологій управління освітньою діяльністю може бути представлена різними схемами [1]. При концептуальній постановці проблеми кореневою частиною такої структури може бути нормативне забезпечення освіти. Онтології систем управління освітою в такій схемі стають внутрішніми онтологіями, властивості класів і їх зміст (записи) яких будуть основними документами, підтверджуючими вимоги нормативного забезпечення освіти.

Онтологія навчальної дисципліни включає наступні класи: загальну інформацію (назва, зміст, автори, індекс, словник термінів), опис курсу, послідовність лекцій, лекції, лабораторні та практичні роботи, список використаної літератури. Дану онтологію зображено на рис. 2, а її візуалізацію на рис. 3.

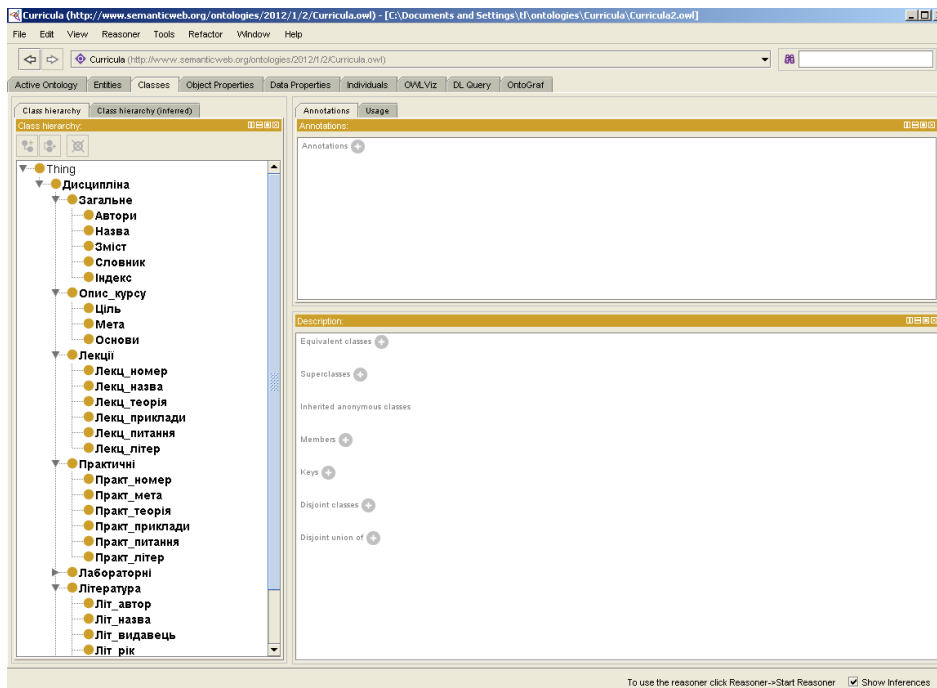


Рис. 2. Проектування онтології навчальної дисципліни

Відповідно до такого варіанту структури онтології освітньої діяльності при концептуалізації Web-порталу для вирішення управлінських завдань в СДН необхідно, принаймні, розробка наступних класифікаційних схем управлінської інформації:

- управління нормативним забезпеченням освіти;
- управління якістю освіти;
- портфельне управління освітніми проектами (проектами розвитку, проектами наукових досліджень);
- організаційне управління;
- управління записами (записами управління якості, організаційними розпорядженнями тощо);
- управління освітніми процесами.

На основі цих класифікаційних схем можуть бути розроблені як окремі таксономії систем управління освітньою діяльністю, так і таксономії інформаційного порталу в цілому для системи дистанційного навчання.

Для проектування на Web-семантичному порталі необхідної інформації керівництву і викладачам на кожному з рівнів освітньої діяльності необхідні онтології, відповідні завданням, що вирішуються на цих рівнях: онтологія формування політики навчального закладу; онтологія дистанційного навчання; онтологія СДН; онтологія якості навчання.

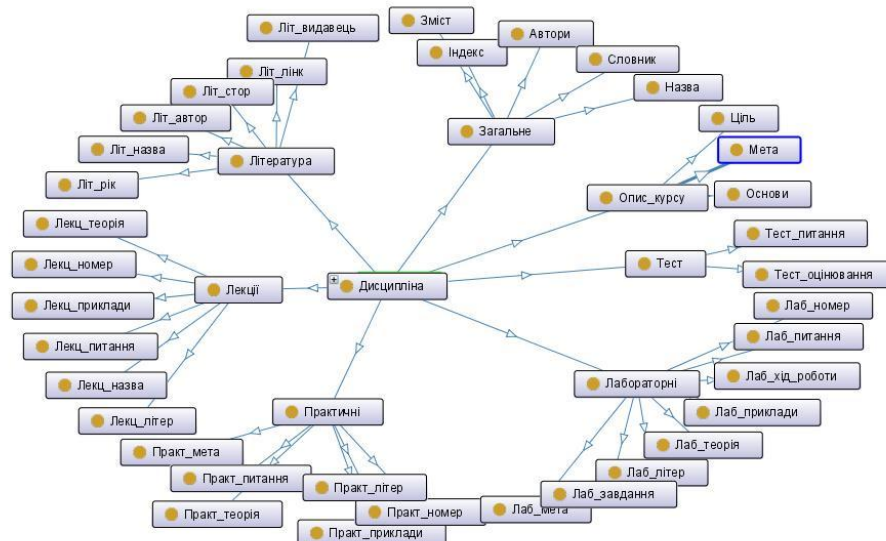


Рис. 3. Візуалізація проекту онтології навчальної дисципліни

Для ефективного використання інформації, що породжується різними системами управління на кожному рівні управлінської ієрархії освітнього закладу необхідне забезпечення її репрезентативності. Репрезентативність інформації може бути досягнута кваліфікованим відбором і формуванням несуперечливої інформації для ухвалення рішень на кожному з управляючих центрів. Найважливішим при цьому стає відбір істотних ознак і зв'язків документів порталу і їх смислова змістовність.

Для представлення репрезентативної інформації за такими запитами недостатньо технології ключових слів та індексування блоків інформації в тому вигляді, які використовуються на Web-порталі, а необхідна онтологічна підготовка документів для відповіді на запит.

Відповідно до завдань, що вирішуються викладачем, який працює в СДН, йому потрібний розгорнутий список зв'язаних один з одним на смисловому рівні документів порталу, що дав змогу би скористатися смисловим змістом (властивостями класів) документів різних систем управління освітньою діяльністю для ухвалення необхідних управлінських дій. Основою такої схеми підготовки документів є онтологічне скріплення класів і властивостей всіх (або більшої частини) документів інформаційного порталу для передачі смислового змісту відповідей на запити різних груп користувачів.

Для цього можливе використання різних рівнів ступеня деталізації онтології порталу (RDF Schemas, SCOS, OWL Lite, OWL DL, OWL Full) [11]. Для надання інформації по запитах користувачів в рамках, зокрема декларативної мови запитів RDF Query на початковому етапі розвитку W3C-інформаційного порталу доцільно обмежитися найпростішим мовним діалектом OWL Lite, який може бути реалізований на основі класифікаційної ієрархії термінів освітньої діяльності.

Для проектування фрагменту СДН, що орієнтований на семантичний Веб, необхідно правильно (не надмірно) визначити таксономію (концепти) освітньої діяльності, а також властивості концептів (слотів, атрибутів, ролей) і відношення між концептами (зв'язки, залежності, функції). Для опису внутрішньої структури (слотів) концептів пропонується використовувати атрибутику документів-шаблонів, визначену нормативним забезпеченням освіти. Для скріплення

внутрішніх онтологій між собою і з кореневою онтологією конструктивно скористатися можливістю картирування онтологій [4] з вказівкою еквівалентності між класами і властивостями, таких, як *equivalent Class* і *equivalent Property* і вказівкою того, що даний клас або властивість в одній онтології еквівалентні класу або властивості в іншій.

Однією з головних вимог до освітніх мережевих систем є забезпечення високого рівня інтероперабельності (*interoperability*), тобто можливості взаємодії з іншими системами, що надзвичайно важливо при проектуванні розподілених навчальних середовищ в семантичних мережах. Більшість з них реалізує цю вимогу за рахунок відкритості інтерфейсів доступу до своїх сервісів і/або шляхом використання єдиного формату для обміну даними, а саме XML, здійснюючи, при необхідності, XSL-перетворення [1].

Для єдиного формату обміну даними використовується SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*) – промисловий стандарт для обміну навчальними матеріалами. У SCORM досягається незалежність контенту від програм управління. Основою моделі SCORM є модульне проектування підручників і навчальних посібників. Модулі (*learning objects* або *instructional objects*) навчального матеріалу в SCORM називаються розподілюваними об'єктами контенту (SCO – *Shareable Content Objects*). SCO – автономна одиниця навчального матеріалу, котра містить метадані та змістовну частину. Модулі (SCO) можуть в різних поєднаннях об'єднуватися один з одним у складі підручників і навчальних посібників, для компіляції яких створюється система управління модульним підручником (сервер управління контентом або LMS).

Таким чином, наведений вище підхід до проектування СДН, орієнтованої на семантичний веб дає змогу вирішити задачу синтаксичної інтероперабельності. Проте, для організації взаємодії між різними освітніми системами в Інтернет у більшості випадків недостатньо забезпечення лише такої інтероперабельності. Це обумовлено перш за все, тим що одну і ту ж інформацію можна синтаксично по-різному представити, і, як наслідок може виникнути природний бар'єр між системами. На сьогоднішній день практично не існує освітніх систем, що вирішують це завдання за рахунок використання єдиного представлення даних предметної області, а саме, використовуючи єдиний словник (таксономію) з описами використовуваних даних (онтологію) [12]. Саме проблема відсутності чітких семантичних визначень заважає об'єднанню освітніх систем різних виробників. Після складання такого словника для представлення даних предметної області можна використовувати мову Web-онтологій OWL [13].

В основі Web-онтології лежать властивості, класи, об'єкти і обмеження, котрі реалізують уявлення про об'єкти, як про множину сутностей, що характеризується певним набором властивостей. Ця сутність перебуває в певних відносинах і об'єднується за певними ознаками в групи. В результаті повного опису об'єктів і їх властивостей предметна область представляється як складна ієрархічна база знань, над якою можна буде здійснювати «інтелектуальні» операції, такі як семантичний пошук і визначення цілісності та достовірності даних.

В рамках навчальних процесів застосування Web-онтологій дає можливість специфікувати основні компоненти навчальних дисциплін – лекції, практичні, лабораторні роботи, навчальні матеріали, а також забезпечить можливість організації ефективного розподіленого доступу до навчальних ресурсів, шляхом проектування єдиної бази знань, котра поєднує в собі навчальні дисципліни і може бути розподіленою в мережі Інтернет, що зробить її незалежною від інтерпретації конкретного навчального процесу. Внаслідок цього, роль навчальної системи буде зведена до ролі інтелектуального агента, що проводить вибірку з бази знань або її зміну, залежно від контексту навчання. Також можливо

проводити тестування, генеруючи контрольні завдання відповідно до семантики описаних онтологій конкретних навчальних курсів.

В основу Web-онтології «Навчальна дисципліна» були покладені основні принципи структурування лекцій, практичних і лабораторних занять подібно до «звичайного» навчального процесу. Відповідно до цих принципів було сформовано структуру і виділено основні компоненти навчальних курсів.

У Web-онтології визначається зміст використовуваних понять, характерних для конкретної дисципліни, тобто специфікуються об'єкти предметної області, а потім за допомогою мови трансформацій XSLT структурується вміст онтології, а за допомогою XSLT-Fo – форматується і візуалізується представлення вмісту онтології в необхідному форматі [14]. XSL Formatting Objects, або XSL-FO, є мовою розмітки форматування XML документів, котрий найчастіше використовується для генерування PDF файлів. XSL-FO є частиною XSL (Extensible Stylesheet Language), а набір технологій W3C розроблено для трансформування і форматування даних у форматі XML [15]. Таким чином можна створити структуру навчального матеріалу в електронному вигляді.

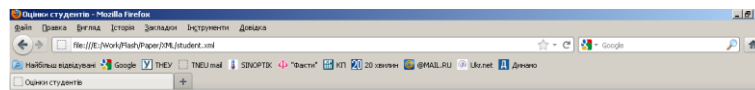
Файл students.xml за своєю структурою є схожим на файл бази даних, де у даному випадку містяться дані про дисципліну та студентів (прізвище, група, оцінки за модулі та іспити). При спробі виводу його на екран монітора за допомогою Веб-браузера відбувається вивід неформатованої інформації.

Файл students.xls виконує роль таблиці стилів css і у ньому міститься інформація про формат виводу даних з файлу students.xml на екран монітора. Коли даний файл розміщений в одній папці з файлом students.xml, тоді відбувається форматований вивід файлу students.xml. у даному випадку вивід інформації про успішність студентів організовано у вигляді таблиці, певні написи задано напівжирним шрифтом. Тобто, процесор XSLT зчитує дані із students.xls, застосовує до цих даних правила з students.xls і створює HTML-таблицю в students.html.

Програмні агенти, котрі читають файл students.xml, можуть розрізняти різні дані про студента за допомогою відповідних тегів.

У файлі students.fo задаються параметри виводу цієї ж інформації у формат *.pdf (параметри сторінки та відступів, параметри таблиці, розміри шрифтів тексту тощо). Формат *.pdf – зручний для виводу документів на друк.

Результати перетворення наведені на рис. 4 і 5.



Оцінки студентів

Прізвище	Група	Дисципліна	Модуль 1	Модуль 2	Практична робота	Екзамен	Загальна оцінка
Іван Боднар	КСМ-22	Системи управління базами даних	85	86	90	88	87
Петро Мольник	КСМ-22	Системи управління базами даних	70	68	75	80	73
Олена Петренко	КСМ-22	Системи управління базами даних	75	81	86	78	80

Рис. 4. Перетворення XML-файлу в HTML-файл за допомогою браузера

Наповнивши дану онтологію практичним змістом, тобто об'єднавши онтології, можна отримати повноцінну інформаційну базу, візуалізація котрої дає представлення навчального матеріалу. Візуалізовану навчальну інформацію можна представляти в різних видах: HTML, DOC, RTF, XML, PDF [16].

Висновок. Проведений аналіз і концептуальний вибір структури онтології освітньої діяльності встановив, що кореневою онтологією СДН повинно бути нормативне забезпечення дистанційної освіти. Запропонований підхід до проектування Web-онтології «Навчальна дисципліна» може використовуватись

для розробки Web-орієнтованих навчальних ресурсів і для підтримки дистанційного освітнього процесу в середовищі семантичного вебу.



Оцінки студентів

Прізвище	Група	Дисципліна	Модуль 1	Модуль 2	Практична робота	Екзамен	Загальна оцінка
Іван Боднар	КСМ-22	Системи управління базами даних	85	86	90	88	87
Петро Мельник	КСМ-22	Системи управління базами даних	70	68	75	80	73
Олена Петренко	КСМ-22	Системи управління базами даних	75	81	86	78	80

Рис. 5. Перетворення XML-файлу в PDF-файл за допомогою FOP

При розміщенні СДН на освітньому Web-порталі представлений у статті онтологічний підхід сприяє: підвищенню репрезентативності інформації, що надається керівництву для ухвалення рішень в освітній і науковій сферах; покращення точності визначення джерел необхідної інформації з врахуванням їх семантики; завданню розширеного переліку форм представлення інформації; здійсненню автоматичної доставки інформації в міру появи або оновлення її змісту у визначених джерелах.

В результаті застосування сучасних семантичних засобів для систем дистанційного навчання запропоновано використати наведені у результатах даної статті тексти програм, що дозволяють наочно перетворювати дані з формату *.xml у формат *.pdf.

ЛІТЕРАТУРА

1. Devedzic V. Education and the Semantic Web / Vladan Devedzic // International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 2004. – No. 14. – pp. 39-65.
2. Bittencourt I.I. Research directions on semantic web and education / Ig lbert Bittencourt, Seiji Isotani, Evandro Costa, Riichiro Mizoguchi Scientia // Interdisciplinary Studies in Computer Science. – January/June 2008. – Vol. 19. – Issue 1. – pp. 60-67.
3. Четвериков В.В. Концептуальная Семантика информационного портала проектной организации / Четвериков В.В., Гордиевских В.В., Вороненков Д.В., Малышенко А.М., Громаков Е.И. // Вестник Томского государственного университета. Серия Управление, вычислительная техника и информатика. – 2008. – № 2(3). – С. 61-69.
4. Ohler J. The Semantic Web in Education / Jason Ohler // EDUCAUSE Quarterly. – 2008. – Vol. 31. – No. 4. – pp. 7-9.
5. Devedžić V. Research Community Knowledge Portals // Vladan Devedžić // Int.J. Knowledge and Learning. – 2005. – Vol. 1. – Nos. 1/2. – pp. 96-112.
6. Devedžić V. Semantic Web and Education, Volume 12 of Integrated series in Information Systems. / Vladan Devedžić. – Springer, 2006. – 353 p.
7. Heflin J.A Portrait of the Semantic Web in Action / J. Heflin, J. Hendler // IEEE Intelligent Systems. – 2001. – March/April. – pp. 54–59.
8. Anderson T. The Educational Semantic Web: Visioning and Practicing the Future of Education [Internet resource] / T. Anderson, D. Whitelock // Journal of Interactive Media in Education. – 2004. – No. 1. – Way of access: <http://www.jime.open.ac.uk/2004/1>.
9. Анисимов А.М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Учебное пособие. / А.М. Анисимов // Харьков, ХНАГХ, 2008. – 275 с.
10. Graf S. An evaluation of Open Source E-Learning Platforms Stressing Adaptation Issues / S. Graf, B. List // Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. – 2005. – pp. 163-165.

11. Михаленко П. Язык онтологий в Web / П. Михаленко // Открытые системы. – 2004. – № 2. – С. 85-89.
12. Noy N. F. Ontology Development 101: A guide to creating your first ontology [Internet resource] / Natalya F. Noy, Deborah L. McGuinness // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. March 2001. – Way of access: <http://www-ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>.
13. OWL guide [Internet resource]. – Way of access: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210>.
14. XSLT specification [Internet resource]. – Way of access: <http://www.w3.org/TR/xslt>.
15. Kay M. XSLT 2.0 Programmer's Reference. Third Edition / Michael Kay // Wiley Publishing, Inc., 2004. – 955 p.
16. Holzner S. Inside XSLT / Steven Holzner // New Riders, 2001. – 616 p.

Рецензент статті
Д.т.н., проф. Ульшин В.О.

Стаття надійшла до редакції
18.08.2011 р.